

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-204665

[ST.10 'C]:

[JP2002-204665]

出 願 人

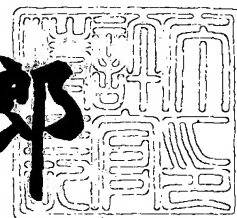
Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3041636

【書類名】 特許願

【整理番号】 P000013172

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明の名称】 レゾルバ補正方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 亀谷 尚志

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代表者】 岡部 弘

【代理人】

【識別番号】 100081776

【弁理士】

【氏名又は名称】 大川 宏

【電話番号】 (052)583-9720

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009438

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レゾルバ補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転機の回転を検出するレゾルバから出力される出力信号のオフセットを補正するレゾルバ補正方法において、

所定期間にわたって前記出力信号の最大値および最小値を抽出し、

抽出された前記最大値および最小値の平均値を算出し、

前記平均値に基づいて前記出力信号のオフセットを補正することを特徴とするレゾルバ補正方法。

【請求項 2】

回転機の回転を検出するレゾルバから出力される出力信号のゲインを補正するレゾルバ補正方法において、

所定期間にわたって前記出力信号としてのSIN出力信号およびCOS出力信号の最大値および最小値とを抽出し、

前記SIN出力信号および前記COS出力信号それぞれの前記最大値および最小値の差を演算し、

前記差に基づいて前記SIN出力信号とCOS出力信号とのゲイン差を補正することを特徴とするレゾルバ補正方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のレゾルバ補正方法において、

前記補正を定期的又は動作開始時に実施するとともに、この補正前後の角度差が所定角度値以上となる場合に、前記補正を中止することを特徴とするレゾルバ補正方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載のレゾルバ補正方法において、

前記レゾルバの出力信号が異常かどうかを判定し、異常と判定した場合に前記補正を中止することを特徴とするレゾルバ補正方法。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 記載のレゾルバ補正方法において、

前記回転機の速度が所定値以下、かつ、回転方向の反転がないかどうかを検出し、

前記回転機の速度が所定値を超える場合、または、回転方向の反転があった場合に前記補正を中止することを特徴とするレゾルバ補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レゾルバのオフセット誤差又はゲイン誤差を補正するレゾルバ補正方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

レゾルバは、たとえばエンジンや各種車載モータなどの回転検出用として広く用いられている非常に安定性に優れた回転角センサであるが、レゾルバの巻線に鎖交する磁束が経時的に変動したり、製造時のばらつきなどにより、レゾルバの出力信号のオフセットやゲインが変動してしまい、角度検出精度が低下してしまうという厄介な問題があった。

【0003】

更に説明すると、レゾルバから出力されるSIN出力信号は $(G + \Delta G1) \cdot (\sin \omega t \times \sin \theta) + (Vb + \Delta V1)$ となり、COS出力信号は $(G + \Delta G2) \cdot (\sin \omega t \times \cos \theta) + (Vb + \Delta V2)$ となる。

【0004】

θ を検出角、 $\sin \omega t$ を搬送波信号、 G は理想的なレゾルバのゲイン（たとえば 2.5）、 Vb はバイアス電圧（たとえば 2.5）、 $\Delta G1$ はSIN出力信号のゲインばらつき（偏差）、 $\Delta G2$ はCOS出力信号のゲインばらつき、 $\Delta V1$ はSIN出力信号のオフセットばらつき、 $\Delta V2$ はCOS出力信号のオフセットばらつきであり、SIN出力信号、COS出力信号はアナログ電圧値（V）で出力される。

【0005】

したがって、従来、ゲイン、オフセットの変動による角度検出誤差を低減して

必要な検出精度を長期にわたって保証するために、製造工程の吟味、出荷時の検査の厳格化、経時的変化の抑制のための材料選択など製造コストを増大させる多くの手間を必要とするが、レゾルバの角度検出精度を現状の水準以上に高精度化することはもはや困難となっているにもかかわらず、需要者側からは、一層の角度検出精度の向上と製造コスト低減という相反した要求が提出されている。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、製造コスト増大を抑止しつつ角度検出精度の向上が可能なレゾルバ補正方法を提供することをその目的としている。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

第一発明のレゾルバ補正方法は、回転機の回転を検出するレゾルバから出力される出力信号のオフセットを補正するレゾルバ補正方法において、所定期間において前記出力信号の最大値および最小値を抽出し、抽出された前記最大値および最小値の平均値を算出し、前記平均値に基づいて前記出力信号のオフセットを補正することを特徴としている。これにより、オフセット誤差を良好に補正することができる。

【 0 0 0 8 】

更に詳しく説明する。

【 0 0 0 9 】

レゾルバから出力された出力信号のアナログ値は角度に換算されるが、このアナログ値の基準となる零値として実際には所定のバイアス電圧 V_b （たとえば、5V）が与えられている。したがって、このバイアス電圧 V_b が変動すると、それに応じて換算角度にオフセット誤差が生じる。

【 0 0 1 0 】

しかし、レゾルバの出力信号は、回転機が回転している場合、その回転速度に応じた周期で最大値と最小値とを交互に発生する。上記零値と最大値との間の振幅は、上記零値と最小値との間の振幅に等しいため、最大値と最小値との平均値はこの零値に相当する。

【 0 0 1 1 】

バイアス電圧 V_b が変動すると出力信号の瞬時値も変動するが、同じく最大値および最小値並びにそれらの平均値も変動するために、簡単に零値のバイアス変動を補正することができる。

【 0 0 1 2 】

なお、回転機がレゾルバの1回転に相当する角度（1回転相当角度という）以上同一方向に回転していない場合には、最大値および最小値の差を抽出することができない。回転機が同一方向へ上記1回転相当角度以上回転したかどうかは、回転角の情報、又は、回転角速度と時間との乗算により判定することができる。したがって、回転機が所定期間内に1回転相当角度以上好適には数回転相当角度以上同一方向に回転していると判定した場合に、この期間にサンプリングした最大値および最小値の平均値をこの発明の方法により零値と決定すれば、レゾルバのオフセット誤差を簡単かつ正確に判定することができる。当然、この零値は、SIN出力信号においては角度0、180度に相当し、COS出力信号においては角度90、270度に相当する。

【 0 0 1 3 】

第二発明のレゾルバ補正方法は、回転機の回転を検出するレゾルバから出力される出力信号のゲインを補正するレゾルバ補正方法において、

所定期間にわたって前記出力信号としてのSIN出力信号およびCOS出力信号の最大値および最小値とを抽出し、前記SIN出力信号および前記COS出力信号それぞれの前記最大値および最小値の差を演算し、前記差に基づいて前記SIN出力信号とCOS出力信号とのゲイン差を補正することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

好適には、抽出した前記SIN出力信号の前記最大値および最小値の差又は比を前記COS出力信号の前記最大値および最小値の差又は比に一致させる補正を行う。これにより、レゾルバから出力される両出力信号のゲイン差を簡単かつ高精度に補正することができる。

【 0 0 1 5 】

更に詳しく説明する。

【 0 0 1 6 】

レゾルバから出力されたSIN出力信号およびCOS出力信号のアナログ値（瞬時値）から所定の換算式又はマップにより角度が算出される。たとえば、 θ を回転角とした場合、 $\tan \theta = \text{SIN出力信号} / \text{COS出力信号}$ となる。しかし、レゾルバから出力されるアナログ電圧であるSIN出力信号とCOS出力信号とのゲインが誤差を含む場合、当然、この算出角度が異なることになる。

【 0 0 1 7 】

しかし、レゾルバの出力信号は、回転機が回転している場合、その回転速度に応じた周期で最大値と最小値とを交互に発生し、最大値と最小値の差はオフセット誤差を含まない。更に、本来、SIN出力信号のこの差とCOS出力信号のこの差はゲインが等しければ等しくなるべきはずの値であり、SIN出力信号の上記差（振幅の2倍）とCOS出力信号の上記差（振幅の2倍）は、ゲインの差により生じる。

【 0 0 1 8 】

そこで、最大値 V_{\max} 、最小値を V_{\min} とする場合に、SIN出力信号の最大値と最小値との差 $\Delta V_s = V_{\max} - V_{\min}$ と、COS出力信号の最大値と最小値との差 $\Delta V_c = V_{\max} - V_{\min}$ とを演算し、SIN出力信号に $\Delta V_c / \Delta V_s$ を掛ければ、SIN出力信号の振幅（（最大値－最小値）／2）とCOS出力信号の振幅を簡単に一致させることができ、レゾルバの両出力信号のゲイン差を補正することができる。

【 0 0 1 9 】

上記両発明の好適な態様において、前記補正を定期的の実施するとともに、この補正前後の角度差が所定角度値以上となる場合に、前記補正を中止する。これにより、断線、回転方向の急変など、異常な最大値や最小値が抽出された場合に補正を中断するので、補正による角度検出精度の低下を防止することができる。

【 0 0 2 0 】

上記両発明の好適な態様において、前記レゾルバの出力信号が異常かどうかを判定し、異常と判定した場合に前記補正を中止する。これにより、レゾルバの出力信号が所定期間にわたって所定レベルに固定されていたり、所定の周期変動が

なかった場合などにおいて、補正を中断するので、補正による角度検出精度の低下を防止することができる。

【 0 0 2 1 】

上記両発明の好適な態様において、前記回転機が速度が所定値以下、かつ、回転方向の反転がないかどうかを検出し、前記回転機が速度が所定値を超える場合、または、回転方向の反転があった場合に前記補正を中止する。速度が高い場合には、最大値や最小値の値が搬送波の影響で変動したりし、回転方向の反転がたとえば最大値近傍又は最小値近傍で生じたりすると正常な最大値や最小値を検出することができない。回転方向の反転は、出力信号の波形変化により判定できることは明白である。この態様によれば、これらの状況では、補正を中止するので、補正による角度検出精度の低下を防止することができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

本発明のレゾルバ補正方法を採用するモータ制御装置の実施例を図 1 を参照して説明する。

（全体構成）

図 1 に示すブロック図において、1 はレゾルバ 1 0 を内蔵するブラシレスモータ（本発明でいう回転機）、2 はモータ制御装置、3 はレゾルバ出力補正装置、4、5 は電流センサである。

【 0 0 2 3 】

レゾルバ 1 0 は、モータ 1 の回転軸に固定されたロータとその周囲に配置されたステータとを有しており、ステータには互いに電気角 $\pi/2$ を有して巻装された一対の出力巻線が巻装され、両出力巻線は、励磁巻線に印加される搬送電圧とロータの回転角の正弦値又は余弦値との積からなる SIN 出力信号および COS 出力信号を出力する（図 2 参照）。

【 0 0 2 4 】

モータ制御装置 2 は、レゾルバ出力補正装置により補正されたレゾルバ 1 0 の出力信号に基づいてモータ 1 の回転角度を演算する電気角演算回路 2 0 と、電流センサ 4、5 の出力により三相電流を形成する三相電流演算回路 2 1 と、これら

演算した電気角および三相電流に基づいてモータ 1 に通電する三相電流を制御する三相インバータ回路 2 2 とを有している。この種のブラシレス DC モータのベクトル制御自体は周知であり、かつ、本発明の本旨とも異なるので説明を省略する。

【 0 0 2 5 】

なお、この実施例では、本発明のレゾルバ補正方法を適用したブラシレスモータ制御装置を説明するが、このレゾルバ補正方法はたとえば内燃機関の回転角度を検出するレゾルバなどにも適用することができる。

【 0 0 2 6 】

また、この実施例では、レゾルバ出力補正装置 3 をモータ制御装置 2 と別個に構成したが、たとえばレゾルバ出力補正装置 3 をモータ制御装置 2 の電気角演算回路 2 0 と一体に構成してもよい。この場合、補正は、電気角演算する前の SIN 出力信号や COS 出力信号の段階で行ってもよく、あるいは演算された電気角を補正しても良い。

(レゾルバ出力補正)

次に、レゾルバ出力補正装置 3 について図 1 を参照して更に説明する。

【 0 0 2 7 】

このレゾルバ出力補正装置 3 は、レゾルバ 1 0 から出力される SIN 出力信号および COS 出力信号を A/D 変換する一対の A/D コンバータ 3 1 と、両 A/D コンバータ 3 1 からデジタル出力される SIN 出力信号および COS 出力信号のオフセット補正およびゲイン補正を行う補正回路 3 2 と、補正回路 3 2 の補正值の変更を行う補正コントローラ 3 3 とを有しており、モータ制御装置 2 の電気角演算回路 2 0 には、補正回路 3 2 が出力する補正済出力信号が入力される。レゾルバ 1 0 は搬送波を除去した SIN 出力信号および COS 出力信号を出力するフィルタを装備することができる。

【 0 0 2 8 】

補正回路 3 2 を図 3 に示す回路図を参照して以下に説明する。

【 0 0 2 9 】

この補正回路 3 2 は、SIN 出力信号のオフセット補正值を保持するレジスタ 3

2 1 と、SIN出力信号のオフセット補正のための減算を行う減算器 3 2 2 と、SIN出力信号のゲイン補正値を保持するレジスタ 3 2 3 と、SIN出力信号のゲイン補正を行うための乗算を行う乗算器 3 2 4 と、COS出力信号のオフセット補正値を保持するレジスタ 3 2 5 と、COS出力信号のオフセット補正のための減算を行う減算器 3 2 6 と、COS出力信のゲイン補正値を保持するレジスタ 3 2 7 と、COS出力信号のゲイン補正を行うための乗算を行う乗算器 3 2 8 とを有している。

【 0 0 3 0 】

減算器 3 2 2 は、A/Dコンバータ 3 1 から入力されたSIN出力信号からレジスタ 3 2 1 が保持するオフセット補正値（零値）を減算して、このSIN出力信号の零値が 2. 5 Vに相当するデジタル値となるようにする。更に、乗算器 3 2 4 にてレジスタ 3 2 3 が保持するゲイン補正値がオフセット補正済みのSIN出力信号に乗算され、これにより、乗算器 3 2 4 は、SIN出力信号の最大値が 5 V、最小値が 0 Vに相当するデジタル値となるようSIN出力信号のゲインを調整する。

【 0 0 3 1 】

同様に、減算器 3 2 6 は、A/Dコンバータ 3 1 から入力されたCOS出力信号からレジスタ 3 2 5 が保持するオフセット補正値を減算して、このCOS出力信号の零値が 2. 5 Vに相当するデジタル値となるようにする。更に、乗算器 3 2 8 にてレジスタ 3 2 7 が保持するゲイン補正値がオフセット補正済みCOS出力信号に乗算され、これにより、乗算器 3 2 8 は、COS出力信号の最大値が 5 V、最小値が 0 Vに相当するデジタル値となるように、COS出力信号のゲインを調整する。

【 0 0 3 2 】

なお、各レジスタは不揮発メモリとして、電源断後も補正用データを保持するようにしてもよい。また、図 3 に示すハードウェア処理の他に、マイコンを用いたソフトウェア処理により上記補正を行ってもよいことは当然である。

【 0 0 3 3 】

次に、上記オフセット補正値、ゲイン補正値の算出、書き換え動作を図 4 に示すフローチャートを参照して以下に説明する。なお、この実施例ではこの算出、書き換え動作は、常時行っているが、たとえば電源投入直後に行っても良い。

【 0 0 3 4 】

まず、電源投入とともに、各部のリセットを行い、内蔵のタイマをスタートさせる（S100）。このタイマはあらかじめ設定された所定時間経過時点にてタイムオーバーを報知する出力を発生する。

【0035】

次に、SIN出力信号とCOS出力信号とを読み込み（S102）、これら両信号の変化に基づいてモータ速度が所定値以下であること、かつ、回転方向反転が生じていないかどうかを判別し（S104）、モータ速度が所定値を超える場合、又は、回転方向反転が生じた場合にはステップS118に進み、そうでない場合にはS106に進む。

【0036】

S106では、レゾルバ10の回路に異常がないかどうかを判定し、異常があればステップS118に進み、そうでない場合にはS108に進む。レゾルバ10の回路が異常かどうかは、レゾルバ10が出力するSIN出力信号とCOS出力信号とが所定値たとえば最大値や最小値に張り付いているかどうかにより判定する。また、公知のその他の異常判定方法を採用しても良い。

【0037】

S108では、今回読み込んだSIN出力信号とCOS出力信号の今回値と自己が保持するそれぞれの最大値又は最小値とを比較し、今回値がこの最大値より大きい場合には今回値を新しい最大値として書き換え、今回値がこの最小値より小さい場合には今回値を新しい最小値として書き換える。

【0038】

次に、タイマのカウント値が所定の設定値を超えたかどうかを判定し（S110）、超えていなければS102にリターンし、超えたらS112に進む。

【0039】

S112では、保持する最大値および最小値に基づいてオフセット補正值とゲイン補正值とを演算する。具体的には、SIN出力信号の最大値と最小値との平均値を求めてオフセット補正值とし、COS出力信号の最大値と最小値との平均値を求めてオフセット補正值とする。また、SIN出力信号の最大値と最小値との差 $\Delta T1$ と標準の差 $\Delta Ts1$ との比率 $\Delta Ts1 / \Delta T1$ をゲイン補正值とし、COS出力

信号の最大値と最小値との差 ΔT_2 と標準の差 ΔTs_2 との比率 $\Delta Ts_2 / \Delta T_2$ をゲイン補正值とする。なお、これらの差 ΔTs_1 や ΔTs_2 は、オフセット誤差をもたないことに留意されたい。

【0040】

この標準の差 ΔTs は、SIN出力信号のゲイン誤差およびオフセット誤差が無い場合、SIN出力信号の出力信号の最大値が5Vに相当するデジタル値になり、零値が2.5Vになり、最小値が0Vに相当するデジタル値になるゲインである。

【0041】

次に、S112で求めた二つのオフセット補正值と二つのゲイン補正值とがそれぞれあらかじめ設定した所定の数値範囲内（角度換算して10度以下）かどうかを調べ（S114）、そうでなければこの補正值は異常であると判定してステップS にジャンプし、二つのオフセット補正值と二つのゲイン補正值とがそれぞれあらかじめ設定した数値範囲内であれば、ステップS114に進んで、SIN出力信号の最大値と最小値との平均値をレジスタ321に、COS出力信号の最大値と最小値との平均値をレジスタ325に、比率 $\Delta Ts_1 / \Delta T_1$ をレジスタ323に、比率 $\Delta Ts_2 / \Delta T_2$ をレジスタ327に書き込み、タイマをリセットして（S118）、S102にリターンする。

【0042】

（変形態様）

なお、上記実施例では、SIN出力信号のゲインとCOS出力信号のゲインとを、最大値と最小値との差が所定基準値となるように両方とも補正したが、SIN出力信号の振幅とCOS出力信号の振幅とが一致するように、二つの差の比をSIN出力信号又はCOS出力信号のどちらかに掛けてゲイン補正してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車両用レゾルバを用いるモータ制御装置を示すブロック図である。

【図2】図1のレゾルバの出力信号波形を示す図である。

【図3】図1の補正回路の一例を示すブロック回路図である。

【図4】図1の補正コントローラの補正動作を示すフローチャートである。

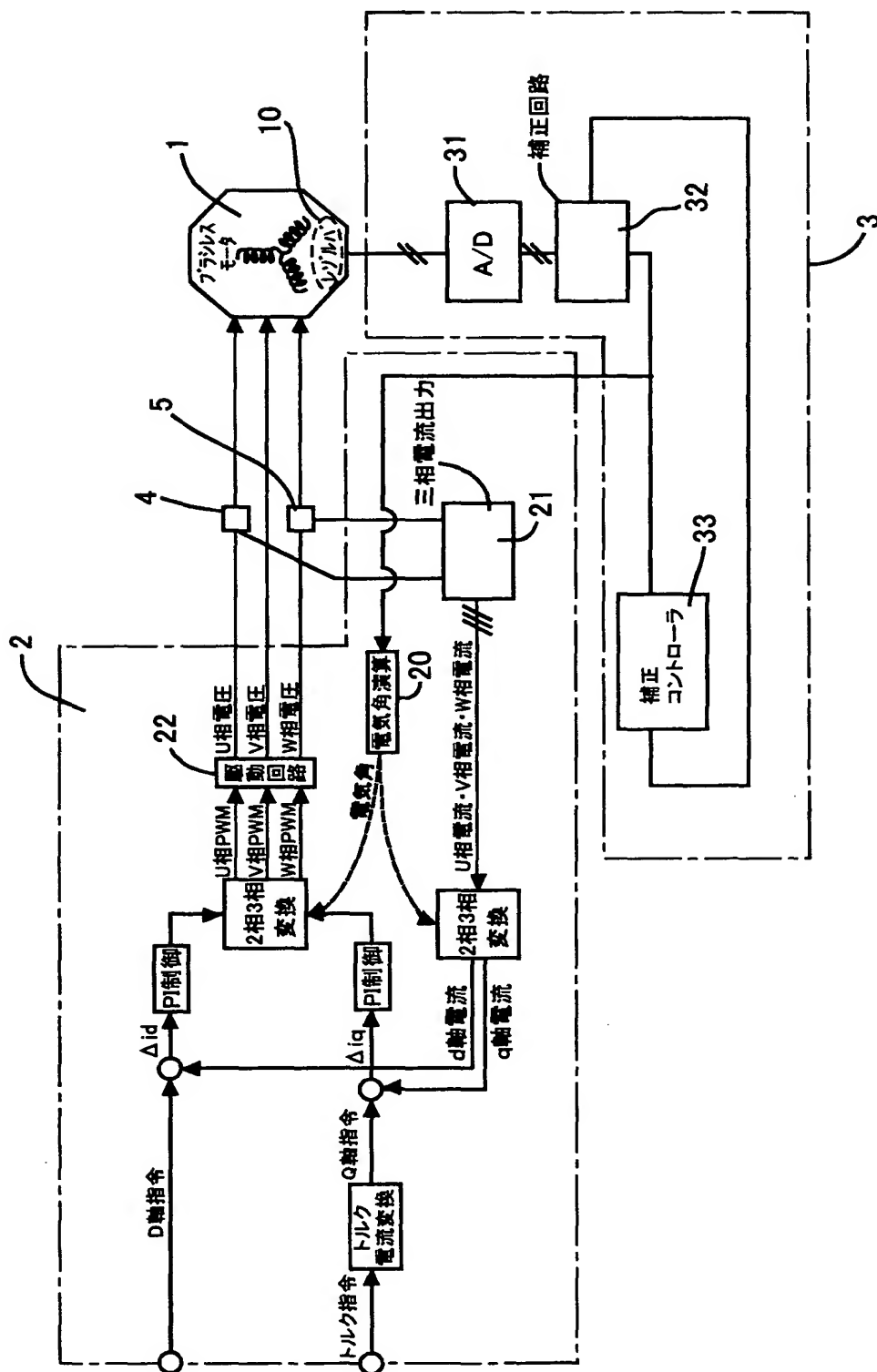
【符号の説明】

- 1 ブラシレスDCモータ
- 2 モータ制御回路
- 3 レゾルバ出力補正装置
 - 3 2 補正回路
 - 3 3 補正コントローラ

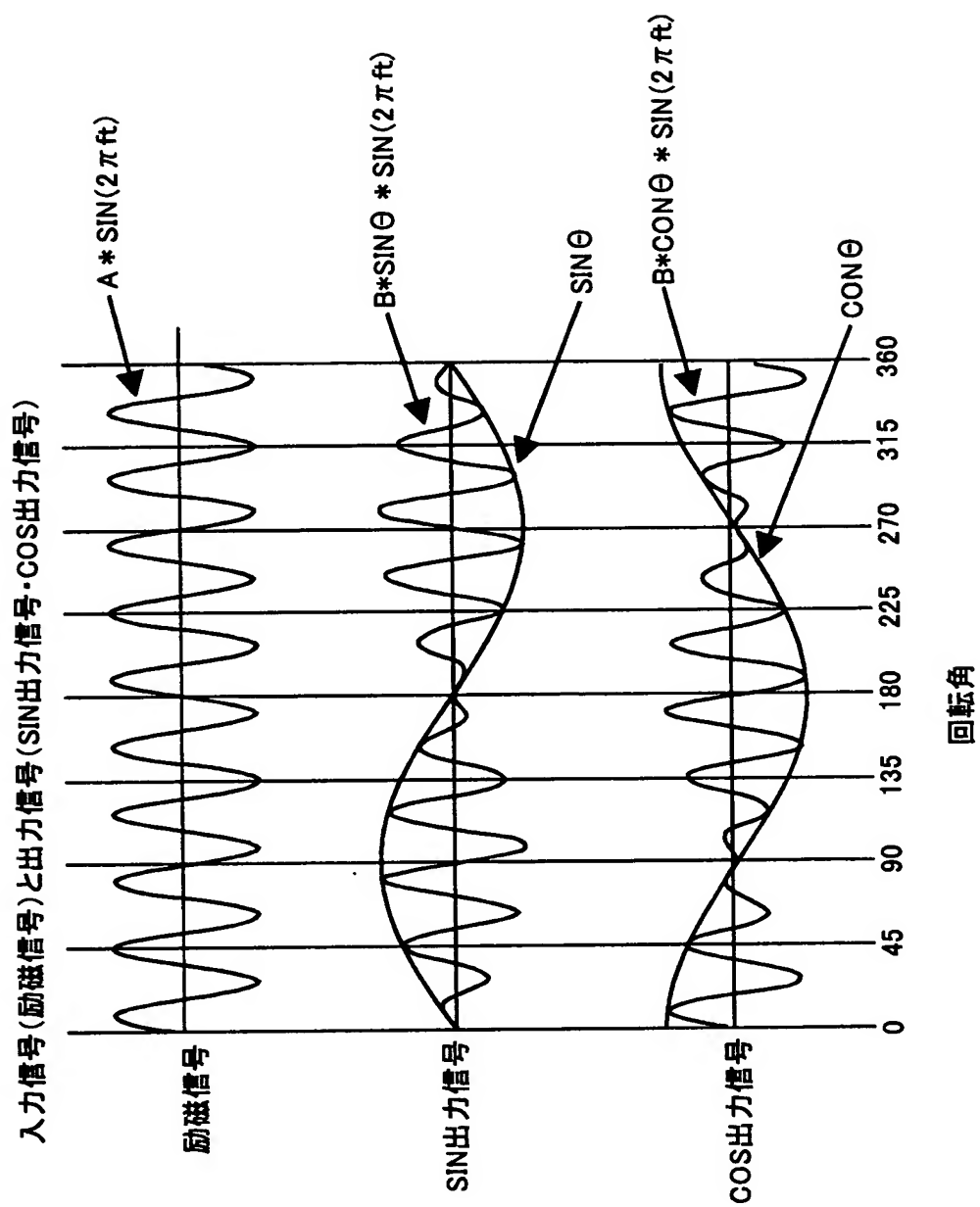
【書類名】

凶面

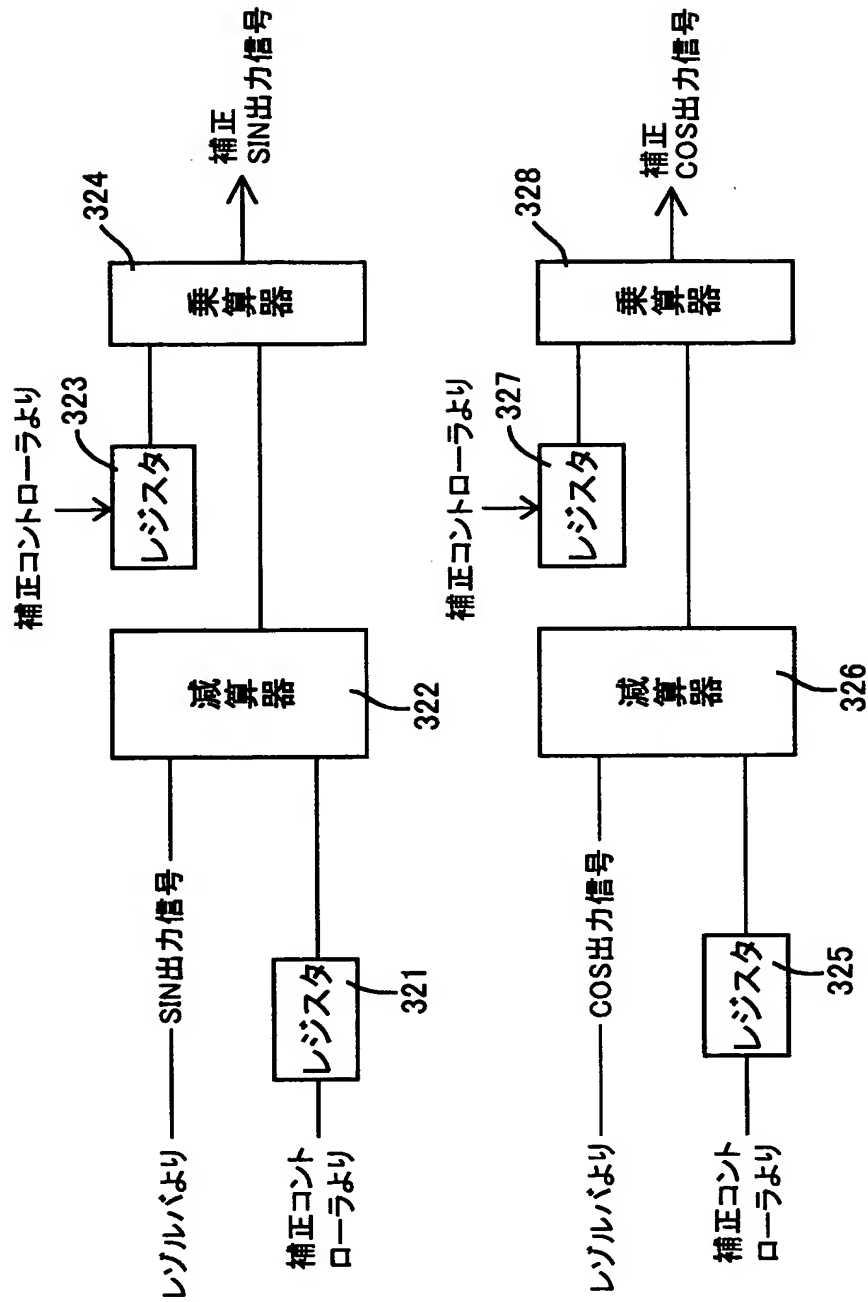
【図 1】



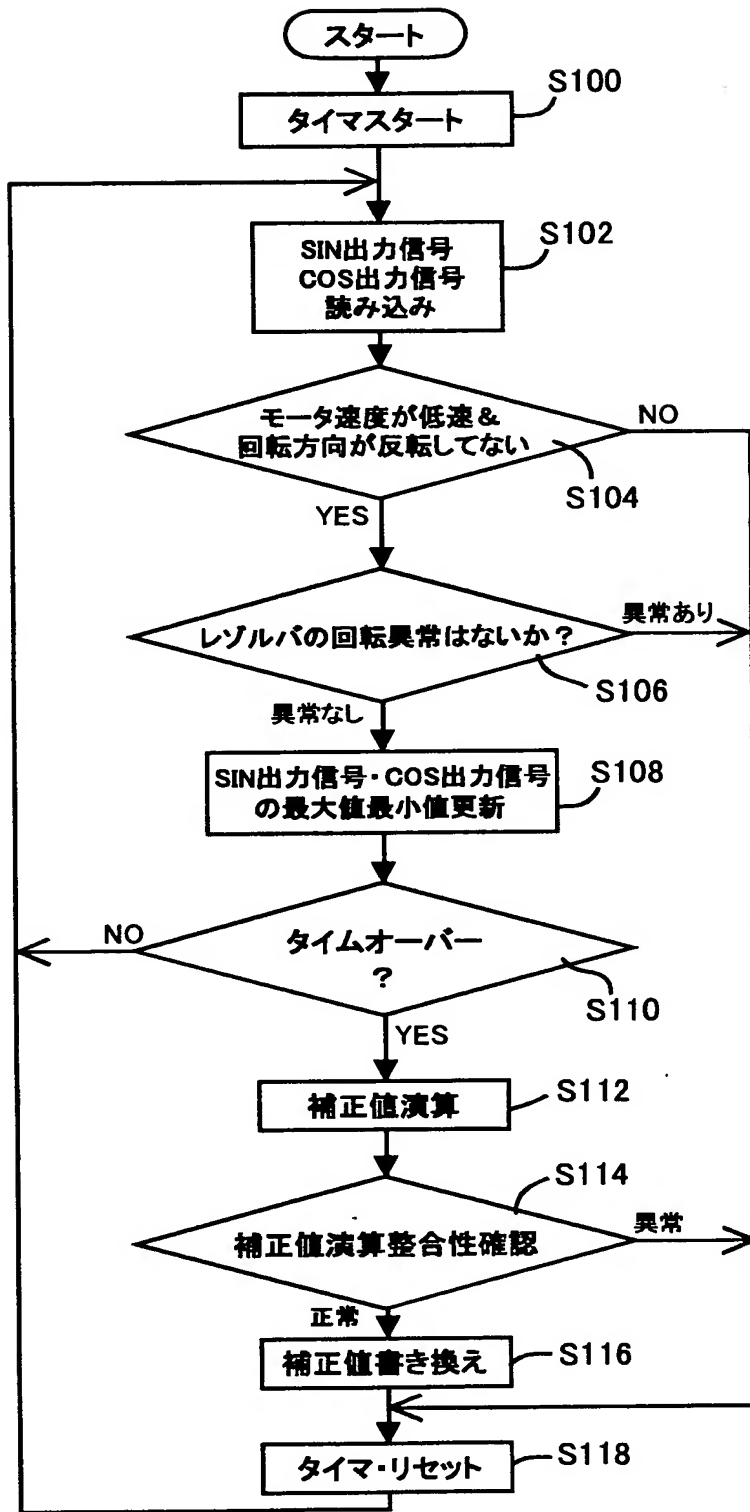
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造コスト増大を抑止しつつ角度検出精度の向上が可能なレゾルバ補正方法を提供すること。

【解決手段】 回転機 1 の回転を検出するレゾルバ 1 0 から出力される出力信号の最大値および最小値の平均値によりオフセット補正を、最大値と最小値との差によりゲイン補正を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名	株式会社デンソー